

平成23年度生体材料・歯科材料学実習に おける鑄造体の調査

岡田 英俊¹ 石田 喜紀¹ 龍 方 一 朗¹
川 島 功¹ 小 磯 和 夫² 猪 狩 道 代³

Inspection of Students' Casts in Biomaterials and Dental Materials Training in 2011

Hidetoshi OKADA¹, Yoshinori ISHIDA¹, Ichiro RYUKATA¹
Isao KAWASHIMA¹, Kazuo KOISO² and Michiyo IGARI³

Fitness of the students' casts to the original model and the working model, and their casting defects were examined. The number of the casts examined was 67. The amount of space between the cast and the original model was 100 μm or less in 4 casts, 100–500 μm in 9 casts, 500–1000 μm in 17 casts, 1000–2000 μm in 18 casts, 2000–3000 μm in 12 casts, and 3000 μm or more in 7 casts. The amount of space between the cast and the working model was 100 μm or less in 8 casts, 100–500 μm in 21 casts, 500–1000 μm in 26 casts, 1000–2000 μm in 7 casts, 2000–3000 μm in 2 casts, and 3000 μm or more in 2 casts. The most frequently observed defects were blowholes and small protuberances, followed by hot spots.

Key words : metal casting, fitness, casting defects

緒 言

歯学において鑄造に関する知識は臨床的にも教育上でも重要な事項の一つと考えられる。

奥羽大学歯学部では歯科用合金による鑄造実習が第3学年の生体材料・歯科材料実習に導入されている。学生にとって鑄造実習は興味がある反面、使用する器材、材料も多岐にわたり、そして操作過程が煩雑であるため履修が容易ではないと推察される^{1,2)}。

前報³⁾では学生が作製した鑄造体において、原型模型に対する適合度と生じた鑄造欠陥について調査を行った。その結果、学生によっては支台原型に対する鑄造体の浮き上がり量が大きな値を示していた。また、鑄造体に生じた鑄造欠陥はブローホール、小突起が多く観察された。

そこで今回は、鑄造体に生じた鑄造欠陥の観察と鑄造体の浮き上がりの測定を支台原型だけではなく作業用模型でも行った。このことにより模型作製までの操作過程とそれ以降の過程での影響を

受付：平成23年12月21日，受理：平成24年2月7日
奥羽大学歯学部生体材料学講座歯科理工学分野¹
奥羽大学大学院歯学研究科高齢者・有病者歯科学専攻²
奥羽大学大学院歯学研究科小児歯科学専攻³

Department of Biomaterials Science, Ohu University
School of Dentistry¹
Department of Dentistry for Geriatric and Medically
Compromised Patient, Ohu University Graduate
School of Dentistry²
Department of Pediatric Dentistry, Ohu University
Graduate School of Dentistry³

数値として明らかにすることにより、指導すべき概要が明瞭になると考え検討を行った。

対象および方法

調査の対象は平成23年度奥羽大学歯学部第3学年67名が作製した鑄造体とした。鑄造実習の操作過程を表1に示す。操作は①～⑯となるが各過程で教員がチェックを行った。鑄造実習は表1の過程を9時間（1週3時間×3週）で行った。

鑄造実習にはADA規格試験に使用する支台模型を原型として用いた（図1）。また、パターン埋没時のリングとの位置関係を図2に、鑄造実習に用いた材料を表2に示す。

スペーサーにはパラフィンワックスを用い、厚さは一枚分（1mm）とした。印象採得に関して、鑄造リングを作業台に固定したものをトレーとして用いた。ワックスアップについては、軟化圧接法、塗ろう法のいずれでも良いことにした。ワックスパターンは完成後、作業用模型上に30分間保持することとした。スプルー線には中空で直径1.5mmのものを用いた。緩衝材については予め湿潤させてから鑄造リングに裏装した（湿ライナー法）。埋没操作時にはバイブレーターを使用した。鑄型の加熱は埋没材硬化後700℃で30分以上の係留を行うこととし、当日の実習中に鑄造を行うことにした。合金の溶融は大気中でブローパイプ（都市ガス）により行い、鑄造は遠心加圧鑄造機により行った。鑄造体の浮き上がり量の測定には測微鏡（YMM-SK100 八洲光学工業）を用いた。しかし、1000μmよりも大きな値をとる場合には測微鏡での測定は不可であるため、ノギスによって行うことにした。

鑄造欠陥の観察に関して、1つの鑄造体において多種の欠陥が観察された場合はそれぞれ1件とカウントした。しかし、1つの鑄造体において同じ欠陥が多数認められた場合には1件としてカウントした。

結 果

支台原型に対する鑄造体の浮き上がり量の調査結果は図3に、作業用模型に対する鑄造体の浮き上がり量の調査結果は図4に、各学生における支

表1 鑄造実習における操作手順

①	支台原型にスペーサーを付与
②	一次印象採得
③	スペーサーの撤去後に二次印象採得
④	作業用模型の作製
⑤	ワックスパターンの作製
⑥	ワックスパターンにスプルー線を植立
⑦	湯だまりの付与
⑧	円錐台にワックスパターンを植立
⑨	リングに緩衝材を裏装した後、円錐台にセット
⑩	パターンの埋没
⑪	埋没材硬化後にスプルー線を撤去
⑫	鑄型を加熱し鑄造
⑬	埋没材から取り出した後に鑄造体の観察
⑭	支台原型にて鑄造体の適合度を測定
⑮	作業用模型にて鑄造体の適合度を測定
⑯	スプルー線部位で鑄造体をカットした後に研磨

表2 鑄造実習に用いた材料（商品名 メーカー）

・スペーサー	パラフィンワックス (パラフィンワックス GC)
・一次印象	付加型シリコーンゴム印象材 (パテタイプ) (エグザファイン GC)
・二次印象	付加型シリコーンゴム印象材 (インジェクションタイプ) (エグザファイン GC)
・模型材	超硬質石膏 (ニューフジロック GC)
・ワックス分離材	界面活性剤 (ジーシーセップ GC)
・パターン材	インレーワックス (ブルーインレーワックス 松風)
・ワックス清掃材	界面活性剤 (シュールキャストスプレー GC)
・緩衝材	セラミックファイバー系ライナー (ニューキャストイングライナー GC)
・埋没材	急速加熱型クリストバライト埋没材 (クリストクイックII GC)
・歯科用合金	12% 金銀パラジウム合金 (キンパラ E12 石福金属工業)
・フラックス	硼 砂 (ホウ砂 健栄製薬株式会社)

台原型と作業用模型の浮き上がり量の差は図5に、鑄造欠陥の観察結果は図6に示す。

支台原型における鑄造体の浮き上がり量に関して（図3）、100μm未満が4名であり、100μm

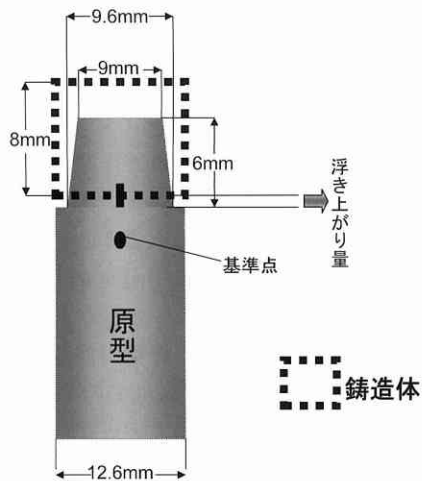


図1 支台原型および鑄造体

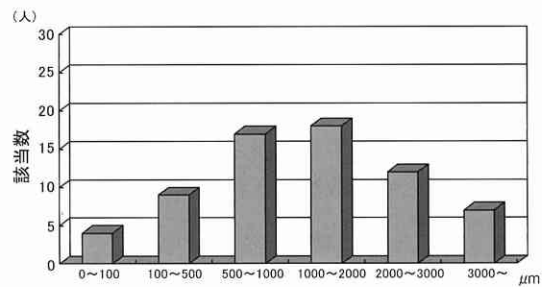


図3 支台原型における浮き上がり量の測定

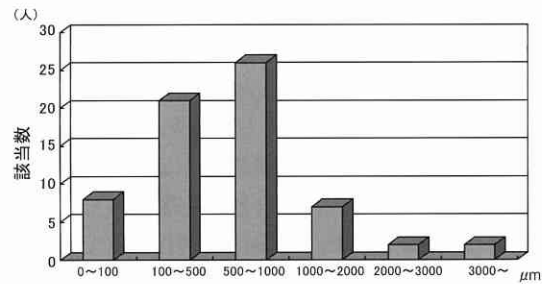


図4 作業用模型における浮き上がり量の測定

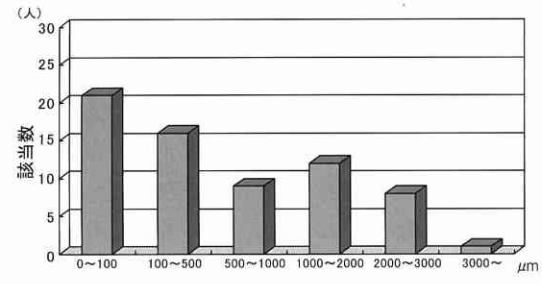


図5 各学生における支台原型と作業用模型の浮き上がり量の差

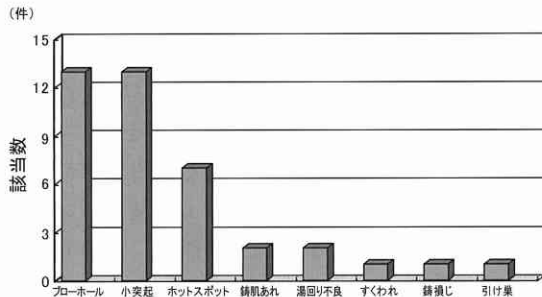


図6 鑄造欠陥の観察

以上～500 μ m未満が9名、500 μ m以上～1000 μ m未満が17名、1000 μ m以上～2000 μ m未満が18名、2000 μ m以上～3000 μ m未満が12名、3000 μ m以上が7名であった。

作業用模型における鑄造体の浮き上がり量に関して（図4）、100 μ m未満が8名であり、100 μ m以上～500 μ m未満が22名、500 μ m以上～1000 μ m未満が26名、1000 μ m以上～2000 μ m未満が7名、2000 μ m以上～3000 μ m未満が2名、3000 μ m以上が2名であった。

各学生における支台原型と作業用模型の浮き上がり量の差は（図5）100 μ m未満が21名であり、100 μ m以上～500 μ m未満が16名、500 μ m以上

～1000 μm 未満が9名, 1000 μm 以上～2000 μm 未満が12名, 2000 μm 以上～3000 μm 未満が8名, 3000 μm 以上が1名であった。

鑄造欠陥の観察に関して (図6), ブローホールと小突起が最も多く観察され, ついで, ホットスポットなどが複数観察された。

考 察

1. 鑄造体の適合性について

学生が作製した鑄造体の適合性について, 支台原型に対してだけではなく, 鑄造操作の一過程である作業用模型との浮き上がりについても検討を行った。図3, 図4の結果において, 1000 μm 未満の数が支台原型では30名だったのに対し, 作業用模型では56名であった。このことから, 多数の学生においては鑄造過程の作業用模型作製までの操作が, 鑄造体の適合性に影響を及ぼしていることが考察された。作業用模型作製までの過程で, 鑄造体の適合性に影響を及ぼす因子は印象体の変形, 収縮および気泡の混入, 模型材の混水比, 模型の変形および欠陥などが挙げられる⁴⁾。作業用模型よりも支台原型で鑄造体の浮き上がり量が大きくなっているということは, 作業用模型の寸法が支台原型よりも小さくなっているか, あるいは変形しているためと考えられた⁴⁾。鑄造過程の各ステップでは教員のチェックがあり, 欠陥や不備が認められた場合, 学生に再作製あるいは修正することを指示した。このことから, 練和不足の状態で採得した印象体, 印象材の硬化が進み採得するタイミングを誤ってしまった印象体, 印象面あるいは作業用模型上の気泡など比較的明瞭な欠陥は教員からの指摘も明確であり, 学生への指示により再作製となる。教員サイドからすると確認が困難なのは局所的な欠陥ではなく, 印象体の全体的な収縮や形態の変形ではないかと考えられた。印象体の変形や収縮に影響を及ぼす因子の一つに被印象物の撤去操作が挙げられる。印象体からの被印象物の撤去はスナップアウトが基本となる⁴⁾。印象体から支台原型を撤去する操作について, 実習中に観察しているとスナップアウトを実践できていない学生が多数見受けられた。印象体から被印象物を撤去する場合, 印象面には陰圧が加わる。

したがって, 被印象物の撤去に時間がかかると印象面に負荷される陰圧の時間も増加することになり, 印象の寸法が縮小した状態が継続することになる。これによって, 印象面の寸法変化が生じ, この印象体によって作製された作業用模型は支台原型と比較して寸法が小さいか, あるいは変形したものになったと推察され, こういった作業用模型上で作製された鑄造体は内面の寸法が小さくなるため図3, 4の結果になったと考えられた。しかし, 各学生の支台原型と作業用模型の浮き上がり量の差 (図5) については20名の学生が100 μm 未満の領域に含まれる結果であった。当然のことながら図3の0～100 μm に該当する鑄造体は全てこの領域に含まれるが, この結果から考慮すると, 支台原型と作業用模型の寸法は相違が少なく, 作業用模型作製後の操作過程が適合性に影響を及ぼしている鑄造体もあることが明らかとなった。ワックスパターン作製以降の過程で適合性に影響を及ぼす因子としてはワックスパターンの収縮や変形, 緩衝材の裏装状態, 埋没材における混水比, 練和操作やリング内への注入操作の巧拙, 鑄造欠陥の有無などが考えられた⁴⁾。とくに作業用模型から外した後, 内部応力の解放などにより生じたワックスパターンの収縮は, 教員の確認が困難と考えられた。

前報³⁾である平成21年度鑄造実習における調査では, 支台模型との浮き上がり量において, 総数の約70%の鑄造体が500～3000 μm に該当したが, 今回の調査においても同様の傾向を示した。

以上のことから, 学生が作製した鑄造体の適合性に大きく影響を及ぼしているのは作業用模型までの操作過程だけではなく, ワックスアップ以降の操作でも影響を及ぼすことが示唆された。

2. 鑄造欠陥について

鑄造欠陥において最も多くの件数が観察されたのはブローホール, 小突起であった。ブローホールは合金融解時に合金が吸蔵したガスの気孔であり, 融解時の操作に起因する因子が大きく関連する³⁾。したがって, ブローパイプ炎における還元帯以外の部位での合金の融解やオーバーヒート, およびフラックスに関連する失策などが影響を及ぼしたためと考えられた³⁾。

小突起は埋没材泥中の気泡によって、また、パターンの埋没材に対する親和性が不良であるときに起因する欠陥である³⁾。したがって、埋没材の練和後あるいはリングへ注入した際の脱泡操作が不足であることやパターンに対する清掃材の塗布に関する不備が影響を及ぼしたと考えられた³⁾。前報²⁾における調査でも、今回の調査と同様に多く観察された欠陥はブローホールと小突起であった。このことから、学生が技工操作で失策しやすい箇所はある程度同定できたことから、今後はその箇所についてより重点的に指導する必要があると考えられた。

鑄造の操作過程に関して、教員は実習書やデモンストレーションで十分に説明、注意を行っている。しかし、学生においては期限内に制作物を提出しなければならないという焦燥感や操作過程の理解不足などで各ステップが正確に行われていないと推察された^{1,2)}。

今回および前報²⁾の調査結果から、鑄造実習においては、とくに支台原型の印象体から撤去操作、ワックス操作、埋没操作および合金融解時に関する事項をより明確に指導することが重要ではないかと考えられた。

結 論

鑄造実習において学生に対する指導ポイントを明瞭にするため、鑄造体の適合度と生じた鑄造欠陥を調査した。

その結果、以下の結論が得られた。

1. 支台原型に対する鑄造体の浮き上がり量は100 μm 未満が4名であり、100 μm 以上～500 μm 未満が9名、500 μm 以上～1000 μm 未満が17名、1000 μm 以上～2000 μm 未満が18名、2000 μm 以上～3000 μm 未満が12名、3000 μm 以上が7

名であった。

2. 作業用模型に対する鑄造体の浮き上がり量は100 μm 未満が8名であり、100 μm 以上～500 μm 未満が22名、500 μm 以上～1000 μm 未満が26名、1000 μm 以上～2000 μm 未満が7名、2000 μm 以上～3000 μm 未満が2名、3000 μm 以上が2名であった。

3. 鑄造欠陥の観察に関しては小突起、ブローホールが最も多く観察された。

以上のことから、教員は学生に対し、とくに支台原型の印象体から撤去操作、ワックス操作、埋没時の脱泡操作および合金融解時に関する注意事項を的確に伝達することが重要であると考えられた。

文 献

- 1) 野口博志, 岡田英俊, 石田喜紀, 龍方一朗, 川島 功: 生体材料・歯科材料学実習に関するアンケート調査－実習内容と理解度について－, 奥羽大歯学誌 **35**; 45-50 2008.
- 2) 石田喜紀, 岡田英俊, 龍方一朗, 小磯和夫, 川島 功: 生体材料・歯科材料学実習に関するアンケート調査－実習内容と理解度について－その2－, 奥羽大歯学誌 **36**; 87-92 2009.
- 3) 岡田英俊, 石田喜紀, 龍方一朗, 川島 功, 小磯和夫: 平成21年度生体材料・歯科材料実習における鑄造実習に関する調査－学生が作製した鑄造体の適合度と鑄造欠陥について－, 奥羽大歯学誌 **38**; 21-25 2011.
- 4) 鈴木一臣, 榎本貢三, 岡崎正之, 中嶋 裕, 西山典宏: 第9章. 鑄造用材料. スタンダード歯科理工学－生体材料と歯科材料－ 第4版; 161-198 学建書院 東京 2009.

著者への連絡先: 岡田英俊, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部生体材料学講座
Reprint requests: Hidetoshi OKADA, Department of Biomaterials Science, Ohi University School of Dentistry
31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan